

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
14 décembre 2000 (14.12.2000)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 00/75700 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: G02B 6/25,  
6/42

(74) Mandataire: BORIN, Lydie; Cabinet Ballot-Schmit, 16,  
avenue du Pont Royal, F-94230 Cachan (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/01593

(22) Date de dépôt international: 8 juin 2000 (08.06.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
99/07289 9 juin 1999 (09.06.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US):  
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6, place d'Alleray,  
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): THUAL,  
Monique [FR/FR]; 5, rue de Liors Eron, F-22560 Tre-  
beurden (FR). CHANCLOU, Philippe [FR/FR]; 49, rue  
Kernu, F-22700 Louannec (FR). LOSTEC, Jean [FR/FR];  
14, route de l'Escoben, F-22140 Prat (FR).

(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,  
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,  
PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

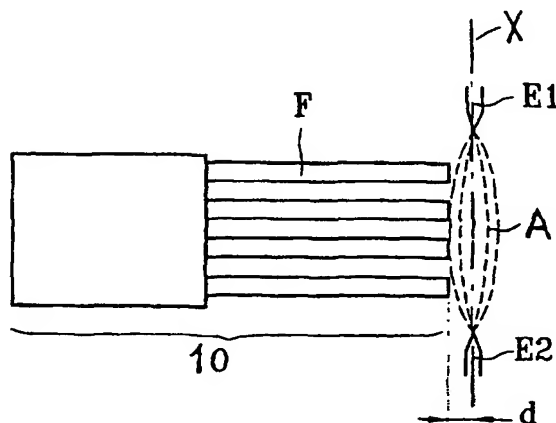
Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-  
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et  
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de  
la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR COLLECTIVE PRODUCTION OF MICROLENSES AT THE TIP OF AN OPTICAL FIBRE ASSEM-  
BLY SUCH AS A FIBRE TAPE

(54) Titre: PROCEDE DE REALISATION COLLECTIVE DE MICRO-LENTILLES AU BOUT D'UN ENSEMBLE DE FIBRES  
OPTIQUES DU TYPE RUBAN DE FIBRES



(57) Abstract: The invention concerns a method for collective production of microlenses at the tip of an assembly of aligned optical fibres. The invention is characterised in that it consists in heating the tip of all the fibres (F) with an electric arc (A) so as to form the microlenses, the plane wherein the fibre tips are located being distant (d) from the line (X) of the hottest points of the electric arc to round off their tip homogeneously. The invention is useful for making optical and optoelectronic modules.

(57) Abrégé: L'invention concerne un procédé de réalisation collective de micro-lentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques alignées. Selon l'invention le procédé consiste à chauffer le bout de toutes les fibres (F) au moyen d'un arc électrique (A) afin de former les micro-lentilles, le plan dans lequel se trouvent les bouts des fibres étant distant (d) de la ligne (X) de points les plus chauds de l'arc électrique pour arrondir leur extrémité de manière homogène. L'invention s'applique à la réalisation de modules optiques et optoélectroniques.

WO 00/75700 A1



PROCEDE DE REALISATION COLLECTIVE DE MICRO-LENTILLES AU  
BOUT D'UN ENSEMBLE DE FIBRES OPTIQUES DU TYPE RUBAN DE  
FIBRES.

L'invention concerne un procédé de réalisation collective de micro-lentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques, du type ruban de fibres.

La présente invention s'applique aux modules  
5 optiques et optoélectroniques entre autres pour les télécommunications optiques. Elle s'applique plus particulièrement à la réalisation de micro-optiques sur fibres optiques pour améliorer le couplage entre composants optiques et optoélectroniques. Ces micro-  
10 optiques sont particulièrement adaptées au couplage collectif avec des composants actifs en barrettes, tels que des lasers, des amplificateurs à semi-conducteurs, VCSEL ou photo détecteurs par exemple.

On trouve dans la littérature un grand nombre  
15 d'articles présentant des méthodes de fabrication individuelle de micro-lentilles en bout de fibres qui améliorent le couplage entre composants actifs et fibres monomodes. L'historique de ces micro-optiques est présentée dans le recueil de publications  
20 « Microlenses Coupling light to Optical fibers », Huey-Daw Wu, Frank S. Barnes, 1991, pp. 149-213 : « Microlenses Coupling Light to Optical Fibers » IEEE lasers and electro-optics society.1991 [1].

En revanche, on trouve très peu d'articles  
25 concernant les optiques de couplage collectives.

Les articles les plus récents font état de combinaisons de tronçons de fibres de différentes natures et de façonnage d'une lentille en bout de fibres, mais toujours pour réaliser des micro-optiques  
30 individuelles.

En effet, on connaît des optiques de couplage individuelles. On pourra se reporter à l'article de K. Shiraishi et al. (Université d'Utsunomiya, Japon) « a fiber with a long working distance for integrated coupling between laser diodes and single-mode fibers. » Journal of Lightwave Technology, vol.13 n°8, pp.1736-1744, August 1995 [2], qui présente une lentille dont la distance de travail est de 160  $\mu\text{m}$  pour des pertes de couplage laser-fibre de 4.2 dB et des tolérances de positionnement axial, latéral et angulaire respectivement de 35  $\mu\text{m}$ , 2,6  $\mu\text{m}$ , et 0.8° pour une perte supplémentaire de 1 dB. Les résultats ont été obtenus pour un laser émettant à la longueur d'onde de 1.49  $\mu\text{m}$  avec une divergence totale à mi-hauteur moyenne de 20.5° (soit 34° à  $1/e^2$ ). Il s'agit d'un tronçon de fibre 1 sans cœur d'extrémité hémisphérique, soudé à une fibre monomode 2 dont le cœur a été localement élargi par traitement thermique tel que représenté par la figure 1.

Dans un article plus récent, Shiraishi et Hiraguri « a lensed fiber with cascaded Gi-fiber configuration for efficient coupling between LDs to single-mode fibers » ECOC'98, 20-24 September, Madrid Spain, pp-355-356 [5], proposent une nouvelle lentille constituée de deux tronçons de fibres multimodes, de différentes natures dont les paramètres de focalisation sont différents, soudés entre eux et à une fibre monomode par arc électrique. Un profil hémisphérique est conféré à la fibre multimode d'extrémité à l'aide d'une soudeuse à arc électrique. On obtient des pertes de 2dB devant une diode laser émettant à 1.3  $\mu\text{m}$  dont la divergence totale en champ lointain à mi-hauteur du maximum est de 24.9° x 19.5° (soit 42.2° x 33.1° à  $1/e^2$ ). La distance de travail est de 50  $\mu\text{m}$ .

Si les publications concernant les optiques de couplage laser fibre individuel sont nombreuses, celles traitant d'optiques collectives destinées aux modules optiques multivoies sont plus rares.

5        On connaît une méthode qui consiste à intercaler une barrette de micro-lentilles (non solidaires des rubans de fibres). A titre d'exemple, l'optique de couplage représentée sur la figure 2 de G. Nakagawa et al. (Laboratoires de Fujitsu, Japon) « Highly efficient  
10        coupling between LD array and optical fiber array using Si microlens array » IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 5, N°9, pp.1056-1058, September 1993 [4], permet d'obtenir  $4.8 \pm 0.3$  dB par couplage dynamique entre la barrette 4 de quatre lasers de  $30^\circ$  de divergence totale  
15        à mi-hauteur (soit  $44^\circ$  à  $1/e^2$ ) et 4 fibres monomodes  $2_{1,2n}$  par l'intermédiaire d'une matrice de lentilles en silicium. Ce type de couplage complique les étapes d'assemblage, puisqu'il ajoute un élément supplémentaire à positionner très précisément.

20        En 1996, J. Le Bris « High performance semiconductor array module using tilted ribbon lensed fibre and dynamical alignment » ECOC'96 Oslo THc.2.3, p. 4.93., de la Société Alcatel (AAR, France) propose une méthode de lentillage sur ruban de fibres qui  
25        consiste à attaquer chimiquement un ruban de fibres monomodes et à refondre par arc électrique l'extrémité de chaque fibre du ruban. On obtient avec cette méthode 3.6 dB de pertes devant une barrette d'amplificateurs à semiconducteur à rubans désalignés de  $20 \times 25^\circ$  de  
30        divergence totale à mi-hauteur (soit  $34 \times 42.5^\circ$  à  $1/e^2$ ). La longueur d'onde est de  $1.55 \mu\text{m}$ .

Les solutions préconisées pour le « lentillage » des fibres (mise en place de lentilles en bout de fibres) qui permettent d'obtenir de bons taux de

couplage ne sont pas des méthodes collectives dans le cas des références [1] à [3].

De plus, le diamètre extérieur de la fibre de 125  $\mu\text{m}$  n'est pas maintenu tout au long de la micro-optique, ce qui pose un problème pour l'hybridation sur plate-  
5 forme silicium dans des Vés de positionnement précis et pour la mise en férule de précision.

Pour les méthodes collectives connues à ce jour, les pertes de couplage sont encore trop élevées. De plus, l'utilisation d'optiques discrètes décrite dans  
10 la référence [4] nécessite plusieurs alignements successifs, ce qui augmente le nombre d'étapes d'assemblage par rapport aux micro-optiques rapportées en bout de fibre. La méthode décrite dans la référence  
15 [5] impose en outre des distances de travail très courtes inférieures à 15  $\mu\text{m}$  outre le fait qu'elle est complexe.

La présente invention a pour but d'améliorer le couplage entre une barrette d'éléments actifs et un  
20 ensemble de fibres alignées de type ruban de fibres.

A cette fin, l'invention concerne un procédé de réalisation collective de micro-lentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques alignées, principalement caractérisé en ce qu'il comprend une étape de chauffage  
25 du bout de toutes les fibres au moyen d'un arc électrique afin de former les micro-lentilles, le plan dans lequel se trouvent les bouts des fibres étant distant de la ligne de points les plus chauds de l'arc électrique pour arrondir leur extrémité de manière  
30 homogène.

Le procédé selon l'invention présente en outre l'avantage d'être collectif donc compatible avec une production de masse, et très performant.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la distance entre les bouts de fibres optiques et la ligne de points les plus chauds est comprise entre 850 micromètres et 950 micromètres.

5       Avantageusement, l'ensemble de fibres optiques est constitué par un ruban.

      Selon un mode préféré de l'invention, le ruban comprend des fibres monomodes dont les terminaisons comprennent un tronçon de silice soudé à un tronçon de  
10       fibre à gradient d'indice, les micro-lentilles étant réalisées en bout des tronçons de fibres à gradient d'indice.

      D'autres avantages et particularités de l'invention  
15       apparaîtront clairement à la lecture de la description qui est faite ci-après et qui est donnée à titre d'exemple non limitatif et en regard des dessins sur lesquels :

- 20       - la figure 1, représente une optique de couplage individuelle selon l'état de la technique,
- la figure 2, représente une optique de couplage collective selon l'état de la technique,
- la figure 3, représente le schéma de principe du procédé de réalisation conforme à l'invention,
- 25       - la figure 4, représente le schéma d'un ruban de fibres « lentillées » selon le procédé conforme à l'invention,
- la figure 5, illustre une photo d'un ruban « lentillé » selon l'invention.

30       Le procédé selon l'invention consiste à arrondir l'extrémité d'un ensemble de fibres se présentant dans la plupart des applications sous forme d'un ruban de fibres 10, à l'aide d'une soudeuse à arc électrique dont seulement les électrodes sont représentées E1, E2,

le ruban 10 étant placé loin de la ligne X des points les plus chauds de manière à ce que les bouts des fibres du ruban soient alignés à une distance  $d$  de l'ordre du millimètre (900  $\mu\text{m}$  typiquement) par rapport à ce point chaud, pour être placés sur un isotherme. Ceci permet, contrairement au « lentillage » au point chaud des électrodes E1, E2, d'obtenir une forme hémisphérique non seulement homogène sur toutes les fibres du ruban, mais aussi de ne pas modifier le diamètre des fibres.

Selon un mode préféré de réalisation, le procédé est appliqué à la réalisation de lentilles hémisphériques à une micro-optique telle que décrite dans le Brevet EP 0 825 464 du déposant.

Le brevet EP 0 825 464 concerne une micro-optique collective appelée GRADISSIMO parce que constituée de tronçons de fibres multimodes à GRADIENT d'indice GRAD et de Silice SI soudés successivement entre eux et à un ruban de fibres monomodes MO, référencé 10 sur la figure 4.

L'invention consiste à « lentiller » collectivement l'extrémité de cette micro-optique.

Les pertes sont de  $2.5 \pm 0.05\text{dB}$  devant des lasers de  $60^\circ \times 50^\circ$  de divergence totale en champ lointain à  $1/e^2$  de l'intensité maximum pour des distances de travail de  $100 \pm 5 \mu\text{m}$ , au lieu de 10,5 dB pour 15  $\mu\text{m}$  de distance de travail devant une fibre monomode clivée.

Les pertes sont de  $1.4 \pm 0.05\text{dB}$  devant des lasers de  $21^\circ \times 21^\circ$  de divergence totale en champ lointain à  $1/e^2$  de l'intensité maximum pour des distances de travail de  $100 \pm 5 \mu\text{m}$ , au lieu de 3,2dB pour 15  $\mu\text{m}$  de distance de travail devant une fibre monomode clivée.

Pour cet exemple d'application, le procédé consiste à réaliser préalablement le ruban de micro-optiques 10



dénommé « GRADISSIMO » par soudures et clivages collectifs de tronçons de fibres à gradient d'indice et de Silice sur un ruban de fibres monomodes comme décrit dans le brevet EP 0 825 464.

5 Ce ruban est alors placé, dans la même soudeuse collective que celle utilisée pour réaliser le ruban « GRADISSIMO », typiquement à 900  $\mu\text{m}$  de la position de soudure habituelle sur l'axe optique. Ceci est possible par la commande (en option) qui permet de piloter les  
10 moteurs et l'arc de la soudeuse par interface RS232. Un arc électrique est alors envoyé, il permet d'arrondir l'extrémité des tronçons de fibres à gradient d'indice comme illustré sur les figures 3 et 4.

Le diamètre de l'hémisphère dépend de la distance  
15 arc électrique-fibre et du courant de décharge des électrodes.

A titre d'exemple on a utilisé la soudeuse SUMITOMO de type T62.

On obtient alors de manière collective un ruban de  
20 micro-optiques que l'on dénomme dans la suite « SUPERGRADISSIMO » comportant une extrémité hémisphérique comme cela est illustré dans les figures 4 et 5 permettant d'améliorer le taux de couplage devant des barrettes de composants actifs tels que  
25 lasers, amplificateurs à semi-conducteurs, ou encore photodiodes par exemple.

Les fibres étant situées loin du point chaud, seul le cœur de la fibre à gradient d'indice est refondu de sorte que le diamètre extérieur de 125  $\mu\text{m}$  est maintenu  
30 sur toute la longueur de la micro-optique y compris à son extrémité.

Voici quelques exemples de réalisation à partir d'un ruban à 4 voies F1, F2, F3, F4:

**Exemple 1**

On a réalisé le couplage d'un ruban de  
« supergradissimo » devant un laser BRS de longueur  
d'onde 1.301  $\mu\text{m}$  de  $60^\circ \times 50^\circ$  de divergence totale en  
5 champ lointain à  $1/e^2$  de l'intensité maximum.

Les conditions de mesure ont été les suivantes :

$T^\circ = 21^\circ\text{C}$ , courant de polarisation  $I = 42 \text{ mA}$ ,  
puissance de référence du laser 10000  $\mu\text{W}$ .

10 Les résultats sont illustrés par le tableau  
suivant :

| Voie<br>(1 fibre<br>= une<br>voie) | Pertes<br>soudure<br>silice/gradient<br>d'indice (dB) | Longueur<br>de<br>silice<br>( $\mu\text{m}$ ) | pertes<br>soudure<br>Silice/<br>monomode | Longueur<br>de<br>gradient<br>d'indice<br>( $\mu\text{m}$ ) | Rayon<br>de<br>l'hémis-<br>phère<br>( $\mu\text{m}$ ) | Pertes de<br>couplage<br>(dB) | Distance<br>de travail<br>( $\mu\text{m}$ ) |
|------------------------------------|---|---|--|---|---|-------------------------------|---|
| F1                                 | 0.06  | 544.00  | 0.04                                     | 357.19  | 68  | 2.56                          | 53.5  |
| F2                                 | 0.02  | 546.50  | 0.03                                     | 358.00  | 68  | 2.59                          | 54.3  |
| F3                                 | 0.07  | 546.12  | 0.02                                     | 354.45  | 68  | 2.55                          | 53.3  |
| F4                                 | 0.03  | 546.12  | 0.05                                     | 357.19  | 68  | 2.52                          | 54.2  |

**Exemple 2**

15 On a réalisé le couplage d'un ruban de  
« supergradissimo » devant un laser BRS 1.310  $\mu\text{m}$  de  $21^\circ$   
 $\times 21^\circ$  de divergence totale en champ lointain à  $1/e^2$  de  
l'intensité maximum.

Les conditions de mesure sont les suivantes :

20  $T^\circ = 22^\circ\text{C}$ , courant de polarisation  $I = 72.6 \text{ mA}$ ,  
puissance de référence du laser 10000  $\mu\text{W}$ .

Les résultats sont illustrés par le tableau  
suivant :

| Voie | Pertes soudure silice/gradiant d'indice (dB) | Longueur de silice ( $\mu\text{m}$ ) | Pertes soudure Silice/monomode | Longueur de gradient d'indice ( $\mu\text{m}$ ) | Rayon de l'hémisphère ( $\mu\text{m}$ ) | Réflectivité en bout de fibre (dB) | Pertes de couplage (dB) | Distance de travail ( $\mu\text{m}$ ) |
|------|--|--------------------------------------|--------------------------------|---|---|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| F1   | 0.05   | 275.00                               | 0.05                           | 279.00  | 82                                      | -39.3                              | 1.45                    | 102.40                                |
| F2   | 0.04   | 275.00                               | 0.02                           | 281.00  | 80                                      | -40.1                              | 1.41                    | 107.60                                |
| F3   | 0.03   | 274.50                               | 0.06                           | 281.00  | 83                                      | -41.9                              | 1.38                    | 107.80                                |
| F4   | 0.04   | 274.00                               | 0.02                           | 282.00  | 81                                      | -39.3                              | 1.42                    | 105.00                                |

A titre de comparaison, du fait de son profil arrondi, la réflectivité mesurée en bout de fibre à l'aide d'un réflectomètre de type WIN-R de chez Photonetics est typiquement de -40 dB au lieu de -14.7 dB pour une fibre clivée.

De plus, la grande distance de travail limite la puissance réinjectée dans la diode laser après réflexion sur la fibre. Ceci est très important pour les applications de type amplificateurs à semi-conducteur ou encore lasers à cavités externes pour lesquels les réflexions parasites perturbent le fonctionnement.

On vient de décrire un procédé de « lentillage » collectif bas coût qui permet d'améliorer le couplage entre des barrettes de composants actifs et des rubans de fibres monomodes par rapport aux techniques antérieures (jusqu'à 1.5 dB de pertes) pour de grandes distances de travail (jusqu'à 100  $\mu\text{m}$ ). Et ce de manière homogène sur des rubans de fibres étant bien entendu qu'il ne s'agit que d'un exemple avec 4 voies.

Les applications de l'invention dans le domaine des télécommunications s'inscrivent aussi bien dans les

réseaux de distribution pour leur aspect collectif et  
bas coût que dans les réseaux de transmission du fait  
de leurs hautes performances de couplage et leur faible  
taux de réflectivité. Les grandes distances de travail  
5 qu'elles offrent sont un avantage pour toutes les  
applications, elles sont en effet moins critiques à  
positionner et réduisent fortement l'influence des  
réflexions de Fresnel.

On pourra se reporter au tableau annexé à la  
10 description qui illustre des résultats obtenus pour le  
rayon des sphères en fonction de la distance entre le  
ruban de fibres et le point chaud des électrodes E1,  
E2, du courant envoyé aux électrodes en unité  
arbitraire ainsi que du temps de décharge des  
15 électrodes. La marge indiquée pour chaque rayon  
correspond à la dispersion des valeurs sur le ruban.

| N° échantillon | Distance ruban/électrodes ( $\mu\text{m}$ ) | Courant (u.a) | Temps de décharge des électrode(s) | Rayon de l'hémisphère ( $\mu\text{m}$ ) |
|----------------|---|---------------|------------------------------------|---|
| 298            | 920   | 60            | 7                                  | 82 $\pm$ 5                              |
| 297            | 920   | 60            | 7                                  | 80 $\pm$ 5                              |
| 302            | 920   | 60            | 6                                  | 95 $\pm$ 5                              |
| 288            | 910   | 60            | 5                                  | 110 $\pm$ 5                             |
| 293            | 910   | 60            | 7                                  | 80 $\pm$ 5                              |
| 285            | 910   | 59            | 7                                  | 90 $\pm$ 5                              |
| 277            | 910   | 60            | 4 (3 impacts)                      | 75 $\pm$ 5                              |
| 287            | 910   | 58            | 5 (2 impacts)                      | 80 $\pm$ 5                              |
| 295 (ex.2)     | 900   | 60            | 6                                  | 82 $\pm$ 5                              |
| 294            | 900   | 60            | 6                                  | 90 $\pm$ 5                              |
| 290            | 900   | 60            | 7                                  | 85 $\pm$ 5                              |
| 292            | 900   | 60            | 8                                  | 90 $\pm$ 5                              |
| 291            | 900   | 59            | 9                                  | 85 $\pm$ 5                              |
| 296            | 900   | 60            | 6(2 impacts)                       | 78 $\pm$ 5                              |
| 287            | 890   | 56            | 5                                  | 110 $\pm$ 20                            |
| Essai          | 890   | 55            | 3                                  | 100 $\pm$ 30                            |
| Essai          | 850   | 63            | 5                                  | 75 $\pm$ 5                              |
| 286 (ex.1)     | 840   | 63            | 5                                  | 68 $\pm$ 0                              |
| essai          | 830   | 63            | 5                                  | 70 $\pm$ 5                              |
| essai          | 730   | 63            | 5                                  | Pas homogène                            |
| essai          | 400   | 50            | 2                                  | Pas homogène                            |
| essai          | 350   | 45            | 3                                  | Pas d'arrondi                           |
| essai          | 300   | 50            | 2                                  | Pas homogène                            |
| essai          | 200   | 50            | 2                                  | Pas homogène                            |
| essai          | 200   | 30            | 2                                  | Pas d'arrondi                           |
| essai          | 20  | 50            | 2                                  | Grosses lentilles pas homogènes         |

On obtient des rayons d'extrémité hémisphérique compris entre 68 et 110  $\mu\text{m}$  avec une homogénéité de  $\pm 5\mu\text{m}$  sur les 4 voies du ruban pour des distances point chaud/ruban allant de 830 à 920  $\mu\text{m}$ . Les rubans n° 286 et 295 font l'objet des réalisations présentées respectivement dans les exemples 1 et 2.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques parallèles, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de chauffage du bout de toutes les fibres (F) de  
5 l'ensemble au moyen d'un arc électrique (A), le plan ou les plans dans lequel ou lesquels se trouvent les fibres étant à cette fin parallèle(s) à la ligne (X) des points les plus chauds de l'arc électrique et le ou les bords de ce ou ces plans sur lesquels se trouvent  
10 les bouts des fibres étant distants de cette dernière afin d'arrondir tous les bouts de fibres de manière homogène et obtenir simultanément toutes les micro-lentilles.

15 2. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance (d) entre les bouts de fibres optiques et la ligne des points les plus chauds est comprise entre 850 micromètres et 950 micromètres.

20 3. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'ensemble de fibres optiques est constitué par un ruban (10).

25 4. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles selon la revendication 3, caractérisé en ce que le ruban comprend des fibres monomodes (MO) dont les terminaisons comprennent un tronçon de silice (SI)  
30 soudé à un tronçon de fibre à gradient d'indice (GRAD),

les micro-lentilles ( $L_1$ ,  $L_n$ ) étant réalisées en bout des tronçons de fibres à gradient d'indice (GRAD).





1/2

FIG. 1

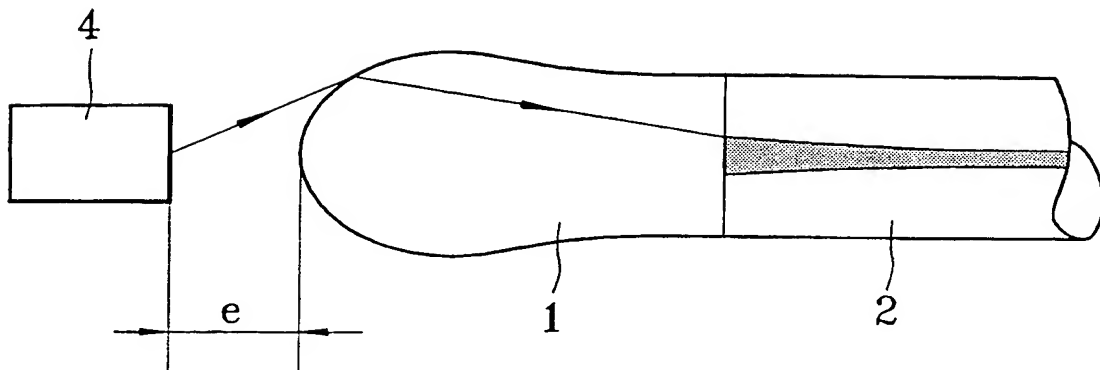


FIG. 2

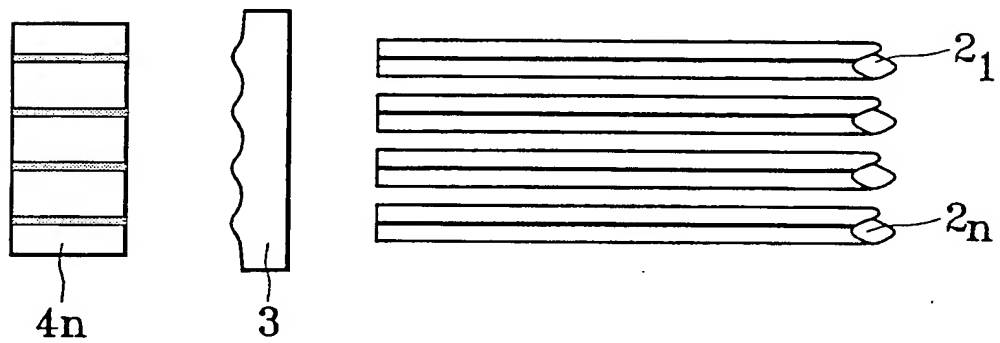
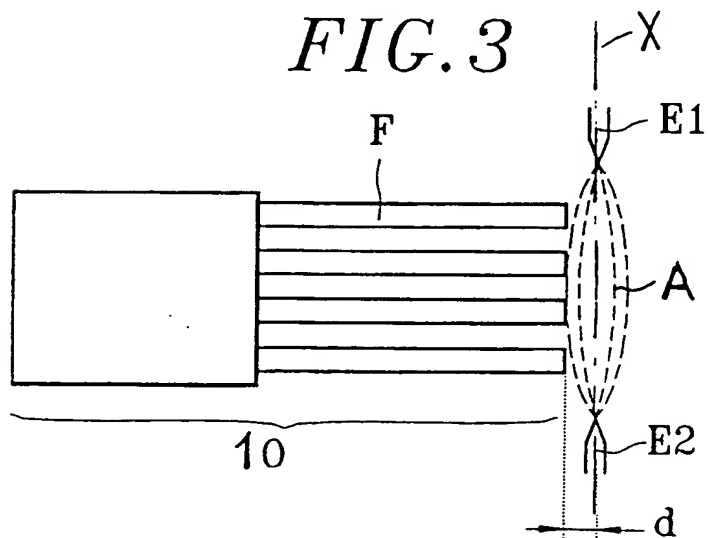


FIG. 3





2/2

FIG. 4

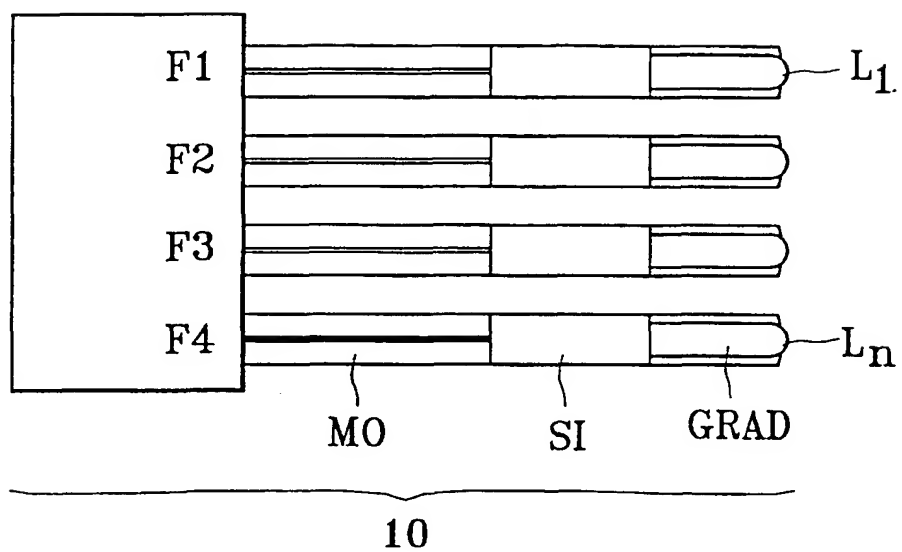
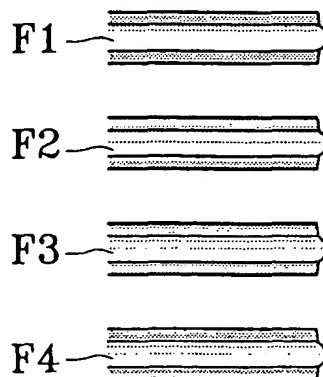


FIG. 5





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/FR 00/01593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 G02B6/25 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | US 5 595 669 A (LE BRIS JEAN)<br>21 January 1997 (1997-01-21)<br>the whole document<br>---  | 1                     |
| A          | EP 0 825 464 A (FRANCE TELECOM)<br>25 February 1998 (1998-02-25)<br>cited in the application<br>page 4, line 48 - line 53<br>page 5, line 1 - line 48<br>figures 1-3<br>---                 | 1,3,4                 |
| A          | US 4 804 395 A (CLARK KENNETH M ET AL)<br>14 February 1989 (1989-02-14)<br>column 2, line 14 - line 68<br>column 3, line 1 - line 59<br>column 4, line 1 - line 29<br>figures<br>---<br>-/- | 1                     |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 September 2000

Date of mailing of the international search report

28/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathyssek, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/FR 00/01593

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A        | <p>SHIRAISHI K ET AL: "A FIBER LENS WITH A LONG WORKING DISTANCE FOR INTEGRATED COUPLING BETWEEN LASER DIODES AND SINGLE-MODE FIBERS"<br/>JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY,US,IEEE.<br/>NEW YORK,<br/>vol. 13, no. 8,<br/>1 August 1995 (1995-08-01), pages<br/>1736-1744, XP000537132<br/>ISSN: 0733-8724<br/>cited in the application<br/>page 1736 -page 1739<br/>-----</p> | 1                     |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01593

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)  | Publication<br>date  |
|---|---------------------|---|--|
| US 5595669 A                              | 21-01-1997          | FR 2709187 A<br>AU 6891994 A<br>CA 2130143 A<br>EP 0639780 A<br>NZ 264160 A | 24-02-1995<br>02-03-1995<br>19-02-1995<br>22-02-1995<br>24-03-1997 |
| EP 0825464 A                              | 25-02-1998          | FR 2752623 A<br>US 6014483 A  | 27-02-1998<br>11-01-2000   |
| US 4804395 A                              | 14-02-1989          | CA 1295445 A<br>EP 0270045 A  | 11-02-1992<br>08-06-1988   |





| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>CIB 7 G02B6/25 G02B6/42  |  |  |
|---|--|--|
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB   |  |  |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>CIB 7 G02B   |  |  |
| Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche   |  |  |
| Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)<br>EPO-Internal, PAJ, WPI Data   |  |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>   |  |  |
| Catégorie *   | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées                                    |
| A   | US 5 595 669 A (LE BRIS JEAN)<br>21 janvier 1997 (1997-01-21)<br>le document en entier<br>---  | 1  |
| A   | EP 0 825 464 A (FRANCE TELECOM)<br>25 février 1998 (1998-02-25)<br>cité dans la demande<br>page 4, ligne 48 - ligne 53<br>page 5, ligne 1 - ligne 48<br>figures 1-3<br>---                           | 1, 3, 4  |
| A   | US 4 804 395 A (CLARK KENNETH M ET AL)<br>14 février 1989 (1989-02-14)<br>colonne 2, ligne 14 - ligne 68<br>colonne 3, ligne 1 - ligne 59<br>colonne 4, ligne 1 - ligne 29<br>figures<br>---<br>-/-- | 1  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe   |  |  |
| * Catégories spéciales de documents cités:<br>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent<br>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date<br>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)<br>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens<br>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée<br>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention<br>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément<br>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier<br>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets |  |  |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée   |  | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale |
| 21 septembre 2000   |  | 28/09/2000   |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016   |  | Fonctionnaire autorisé<br><br>Mathyssek, K                       |

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie | Identification des documents cités. avec le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no des revendications visées |
|-----------|---|------------------------------|
| A         | <p>SHIRAISHI K ET AL: "A FIBER LENS WITH A LONG WORKING DISTANCE FOR INTEGRATED COUPLING BETWEEN LASER DIODES AND SINGLE-MODE FIBERS"<br/>JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, US, IEEE.<br/>NEW YORK,<br/>vol. 13, no. 8, 1 août 1995 (1995-08-01),<br/>pages 1736-1744, XP000537132<br/>ISSN: 0733-8724<br/>cité dans la demande<br/>page 1736 -page 1739<br/>-----</p> | 1                            |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Recherche internationale No

PCT/FR 00/01593

| Document brevet cite<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication |    | Membre(s) de la<br>famille de brevets) | Date de<br>publication |
|---|---|------------------------|----|--|------------------------|
| US 5595669                                      | A | 21-01-1997             | FR | 2709187 A                              | 24-02-1995             |
|   |   |                        | AU | 6891994 A                              | 02-03-1995             |
|   |   |                        | CA | 2130143 A                              | 19-02-1995             |
|   |   |                        | EP | 0639780 A                              | 22-02-1995             |
|   |   |                        | NZ | 264160 A                               | 24-03-1997             |
| -----   |   |                        |    |  |                        |
| EP 0825464                                      | A | 25-02-1998             | FR | 2752623 A                              | 27-02-1998             |
|   |   |                        | US | 6014483 A                              | 11-01-2000             |
| -----   |   |                        |    |  |                        |
| US 4804395                                      | A | 14-02-1989             | CA | 1295445 A                              | 11-02-1992             |
|   |   |                        | EP | 0270045 A                              | 08-06-1988             |
| -----   |   |                        |    |  |                        |



## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

## NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 en sa qualité d'office élu

|  |   |
|--|---|
| Date d'expédition (jour/mois/année)<br>21 mars 2001 (21.03.01)           |   |
| Demande internationale no<br>PCT/FR00/01593                              | Référence du dossier du déposant ou du mandataire<br>015161PC |
| Date du dépôt international (jour/mois/année)<br>08 juin 2000 (08.06.00) | Date de priorité (jour/mois/année)<br>09 juin 1999 (09.06.99) |
| Déposant<br>THUAL, Monique etc   |   |

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

27 décembre 2000 (27.12.00)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI  
 34, chemin des Colombettes  
 1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur: (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

Sean Taylor

no de téléphone: (41-22) 338.83.38



## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION DE L'ENREGISTREMENT  
D'UN CHANGEMENT(règle 92bis.1 et  
instruction administrative 422 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

BORIN, Lydie  
Cabinet Ballot  
16, avenue du Pont Royal  
F-94230 Cachan  
FRANCE

|  |  |
|--|--|
| Date d'expédition (jour/mois/année)<br>21 mars 2001 (21.03.01) | NOTIFICATION IMPORTANTE  |
| Référence du dossier du déposant ou du mandataire<br>015161PC  |  |
| Demande internationale no<br>PCT/FR00/01593                    | Date du dépôt international (jour/mois/année)<br>08 juin 2000 (08.06.00) |

|  |  |   |
|--|--|---|
| 1. Les renseignements suivants étaient enregistrés en ce qui concerne:   |  |   |
| <input type="checkbox"/> le déposant   | <input type="checkbox"/> l'inventeur                           | <input checked="" type="checkbox"/> le mandataire |
| <input type="checkbox"/> le représentant commun  |  |   |
| Nom et adresse<br>BORIN, Lydie<br>Cabinet Ballot-Schmit<br>16, avenue du Pont Royal<br>F-94230 Cachan<br>FRANCE        | Nationalité (nom de l'Etat)                                    | Domicile (nom de l'Etat)                          |
|  | no de téléphone<br>0149 699191                                 |   |
|  | no de télécopieur<br>0149 699190                               |   |
|  | no de téléimprimeur  |   |
| 2. Le Bureau international notifie au déposant que le changement indiqué ci-après a été enregistré en ce qui concerne: |  |   |
| <input type="checkbox"/> la personne   | <input type="checkbox"/> le nom                                | <input checked="" type="checkbox"/> l'adresse     |
| <input type="checkbox"/> la nationalité  |  |   |
| <input type="checkbox"/> le domicile   |  |   |
| Nom et adresse<br>BORIN, Lydie<br>Cabinet Ballot<br>16, avenue du Pont Royal<br>F-94230 Cachan<br>FRANCE               | Nationalité (nom de l'Etat)                                    | Domicile (nom de l'Etat)                          |
|  | no de téléphone<br>0149 699191                                 |   |
|  | no de télécopieur<br>0149 699190                               |   |
|  | no de téléimprimeur  |   |
| 3. Observations complémentaires, le cas échéant:   |  |   |
| 4. Une copie de cette notification a été envoyée:  |  |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> à l'office récepteur   | <input type="checkbox"/> aux offices désignés concernés        |   |
| <input type="checkbox"/> à l'administration chargée de la recherche internationale                                     | <input checked="" type="checkbox"/> aux offices élus concernés |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> à l'administration chargée de l'examen préliminaire international                  | <input type="checkbox"/> autre destinataire:                   |   |

|  |  |
|--|--|
| Bureau international de l'OMPI<br>34, chemin des Colombettes<br>1211 Genève 20, Suisse | Fonctionnaire autorisé:<br>Sean Taylor |
| no de télécopieur (41-22) 740.14.35  | no de téléphone (41-22) 338.83.38      |





## PCT

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

|  |   |  |
|--|---|--|
| Référence du dossier du déposant ou du mandataire<br><b>015161PC</b> | <b>POUR SUITE</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après<br><b>A DONNER</b> |  |
| Demande internationale n°<br><b>PCT/FR 00/ 01593</b>                 | Date du dépôt international(jour/mois/année)<br><b>08/06/2000</b>   | (Date de priorité (la plus ancienne)<br>(jour/mois/année)<br><b>09/06/1999</b> |
| Déposant<br><b>FRANCE TELECOM</b>                                    |   |  |

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.



Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

## 1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.



la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

- b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :



contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.



déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.



remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.



remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.



La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.



La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.



Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrége**,



le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant



le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure **des dessins** à publier avec l'abrége est la Figure n°



suggérée par le déposant.



parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.



parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

3



Aucune des figures n'est à publier.



PCT

REC'D 24 SEP 2001



WIPO

PCT

## RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

15 T

|  |  |  |
|--|--|--|
| Référence du dossier du déposant ou du mandataire<br>015161PC  | <b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)                         |  |
| Demande internationale n°<br>PCT/FR00/01593  | Date du dépôt international (jour/mois/année)<br>08/06/2000  | Date de priorité (jour/mois/année)<br>09/06/1999 |
| Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB<br>G02B6/25   |  |  |
| Déposant<br>FRANCE TELECOM   |  |  |
| <p>1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.</p> <p>2. Ce RAPPORT comprend 7 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).</p> <p>Ces annexes comprennent 1 feuilles.</p>   |  |  |
| <p>3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>I <input checked="" type="checkbox"/> Base du rapport</li><li>II <input type="checkbox"/> Priorité</li><li>III <input type="checkbox"/> Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle</li><li>IV <input type="checkbox"/> Absence d'unité de l'invention</li><li>V <input checked="" type="checkbox"/> Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration</li><li>VI <input type="checkbox"/> Certains documents cités</li><li>VII <input checked="" type="checkbox"/> Irrégularités dans la demande internationale</li><li>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Observations relatives à la demande internationale</li></ul> |  |  |
| Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale<br>27/12/2000  | Date d'achèvement du présent rapport<br>20.09.2001   |  |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:<br> Office européen des brevets<br>D-80298 Munich<br>Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d<br>Fax: +49 89 2399 - 4465   | Fonctionnaire autorisé<br>Tissot, L<br>N° de téléphone +49 89 2399 2586<br> |  |



**I. Base du rapport**

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

**Description, pages:**

1-11                      version initiale

**Revendications, N°:**

1-4                      reçue(s) avec télécopie du      09/07/2001

**Dessins, feuilles:**

1/2,2/2                      version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :



Handwritten signature or scribble in the upper right quadrant of the page.

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n<sup>os</sup> :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☒ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

*(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)  
voir feuille séparée*

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Déclaration

|  |  |
|--|--|
| Nouveauté                              | Oui : Revendications 1-4<br>Non : Revendications |
| Activité inventive                     | Oui : Revendications 1-4<br>Non : Revendications |
| Possibilité d'application industrielle | Oui : Revendications 1-4<br>Non : Revendications |

2. Citations et explications  
voir feuille séparée

**VII. Irrégularités dans la demande internationale**

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :  
voir feuille séparée

**VIII. Observations relatives à la demande internationale**

Les observations suivantes sont faites au sujet de la clarté des revendications, de la description et des dessins et de la question de savoir si les revendications se fondent entièrement sur la description :  
voir feuille séparée





Concernant la Section I, point 5

1. La suppression, dans la présente revendication indépendante 1, de la précision initiale selon laquelle les fibres optiques de l'ensemble de fibres sont parallèles conduit à une extension inadmissible de cette revendication par rapport au contenu de la demande telle que déposée [Règle 70.2(c) PCT], étant donné qu'aucune autre possibilité ne se trouve mentionnée directement ou indirectement dans la divulgation initiale [le remplacement de cette précision par l'autre précision selon laquelle les fibres sont "alignées" étant par ailleurs inacceptable, étant donné qu'il est parfaitement clair que les fibres à façonner ne s'étendent pas selon une même ligne (ce sont seulement les faces terminales de ces fibres qui sont alignées, ainsi que rappelé ci-après)].  
Le présent rapport est en conséquence établi comme si ladite suppression n'avait pas été faite dans la revendication 1.
2. La question de savoir si la suppression, dans la présente revendication indépendante 1, de l'autre précision initiale selon laquelle "le plan ou les plans dans lequel ou lesquels se trouvent les fibres étant à cette fin parallèle (s) à la ligne (X) des points les plus chauds de l'arc électrique et le ou les bords de ce ou ces plans sur lesquels se trouvent les bouts des fibres étant distants de cette dernière" contrevient ou non à la Règle 70.2(c) PCT ne peut par contre être tranchée directement, compte tenu du caractère totalement obscur et/ou contradictoire de cette autre précision initiale (cf. les objections telles que déjà effectuées dans l'opinion écrite du 09/04/01), sans procéder à une analyse plus détaillée de la divulgation initiale.

Ainsi, le contenu initial global de la demande divulgue notamment les différentes caractéristiques essentielles suivantes:

- a) le fait que les bouts des fibres (ou plus exactement: les faces terminales des fibres) se trouvent dans un plan distant de la ligne de points les plus chauds de l'arc électrique (cf. page 4, 26-29),
- b) le fait que "les bouts (ou plus exactement: les faces terminales) des fibres du ruban soient alignés à une distance d de l'ordre du millimètre par rapport à ce point chaud (ou plus exactement: par rapport à cette ligne de points les plus chauds)" (cf. page 6, lignes 2-5), et
- c) le fait que les faces terminales des fibres sont toutes situées à une distance



identique de cette ligne des points les plus chauds (cf. Fig. 3), ce qui implique que la ligne [cf. point b) ci-dessus] le long de laquelle ces faces terminales sont disposées de manière coplanaire [cf. point a) ci-dessus] doit s'étendre parallèlement à ladite ligne des points les plus chauds (et en deçà de cette ligne).

Afin d'éviter de contrevenir à la Règle 70.2(c) PCT, la précision initiale obscure telle que rappelée en début du présent point 2 aurait en conséquence dûe, au lieu d'être purement et simplement supprimée, être amendée de façon à préciser à tout le moins que "les faces terminales des fibres sont disposées coplanaiement le long d'une ligne s'étendant parallèlement et à distance (et en deçà) de la ligne des points les plus chauds de l'arc électrique" [l'expression "la face terminale du bout des fibres se trouvant ...à une distance d de cette ligne" telle que présentée introduite en fin de revendication n'impliquant notamment pas obligatoirement que les faces terminales des fibres sont toutes situées à égale distance de ladite ligne, mais simplement que chacune de ces faces terminales est située à distance de cette ligne, ladite distance pouvant varier de l'une à l'autre; et la présente formulation restant par ailleurs absolument silencieuse quant à la nécessité d'avoir les faces terminales situées dans un même plan en s'étendant le long d'une ligne prédéterminée de ce plan (ligne par ailleurs parallèle à ladite ligne des points les plus chauds), alors que la formulation initiale, même obscure et/ou contradictoire avait au moins le mérite de suggérer ledit caractère aligné desdites faces terminales, en mentionnant que ces dernières se trouvaient situées sur le bord d'un plan].

#### Concernant la Section V

Une nouvelle revendication 1, qui aurait été amendée comme indiqué à la Section I-point 5 ci-dessus et à la Section VIII ci-après, aurait probablement pu être considérée comme satisfaisant aux exigences de nouveauté et d'activité inventive selon l'Article 33(2) et (3) PCT, compte tenu de ce qu'aucun des documents cités ne divulgue ou ne suggère l'idée de disposer l'ensemble des faces terminales des fibres en retrait et à égale distance de la ligne des points les plus chauds de l'arc électrique, le long d'une ligne parallèle à ladite ligne de points chauds, de façon à réaliser un arrondissement *simultané homogène* de toutes les extrémités de



fibres.

Ainsi, parmi les documents cités, seul US 5 595 669 A (D1) divulgue (cf. notamment Fig. 3 et description associée) un procédé de réalisation collective de microlentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques parallèles à l'aide d'une étape de chauffage du bout de toutes les fibres au moyen d'un arc électrique, avec les faces terminales des fibres disposées le long d'une ligne prédéterminée. Mais dans ce procédé selon D1, ladite ligne selon laquelle lesdites faces terminales des fibres sont disposées s'étend *perpendiculairement, et non pas parallèlement*, à ladite ligne des points les plus chauds, de sorte que les fibres doivent être *dé-placées au travers* de l'arc électrique, *et non maintenues immobiles*, pour réaliser les microlentilles, lesquelles sont ainsi réalisées en fait *l'une après l'autre, et non simultanément* comme dans la présente demande [les faces terminales des fibres selon D1 devant en outre selon toute vraisemblance couper chacune la ligne des points les plus chauds, et non passer en deçà ou au-delà de cette ligne, puisqu'aucune précision en ce sens n'est donnée dans D1].

La Fig. 3 de D3 (=US 4 804 395 A) ainsi que la Fig. 6 de D4 (Journal of Lightwave Technology, Vol.13, No.8, 1995, pages 1736 -1744) divulguent par ailleurs chacun un procédé de réalisation de microlentille dans lequel la face terminale de la fibre à chauffer est disposée au-delà, et non en deçà, de la ligne des points les plus chauds (de sorte que la portion terminale de la fibre traverse cette ligne des points les plus chauds dans D3 et D4, alors qu'aucune portion longitudinale de fibre ne traverse cette ligne dans la présente demande); lesdits procédés selon D3 et D4 étant par ailleurs limités au façonnage d'une fibre unique, et non d'une pluralité de fibres.

#### Concernant la Section VII

1. La présente revendication indépendante 1 n'est pas délimitée correctement par rapport à l'état de la technique le plus proche (Règle 6.3(b) PCT) tel que constitué par D1, qui divulgue déjà un procédé de réalisation collective de microlentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques parallèles à l'aide d'une étape de chauffage du bout de toutes les fibres au moyen d'un arc électrique, avec les faces termi-



nales des fibres disposées le long d'une ligne prédéterminée (cf. la Section V ci-dessus).

2. La partie introductive de la description n'est en outre (Règle 5.1(a) (ii) et (iii) PCT) pas adaptée au libellé de la présente revendication indépendante, de même qu'elle omet de mentionner le document D1, avec brève analyse de son contenu pertinent (cf. l'analyse telle que déjà effectuée à la Section V ci-dessus).
3. Le No. de référence [3] mentionné à la page 4, ligne 2, n'a pas d'antécédent, cependant que le document cité à la page 3, lignes 20-24 n'a pas de No. de référence.

#### Concernant la Section VIII

Dans la présente revendication 1, la sous-expression "de la face terminale " qui figure dans l'expression "étape de chauffage de la face terminale du bout de toutes les fibres" aurait dû être supprimée, étant donné qu'il est clair que l'arc électrique exerce son effet sur toute la partie terminale ou bout des fibres, et non seulement sur la seule face terminale de ces fibres (Art. 6 PCT).

\*\*\*\*\*





## REVENDEICATIONS

1. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles au bout d'un ensemble de fibres optiques alignées, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de chauffage de la face terminale du bout de toutes les fibres (F) au moyen d'un arc électrique (A), la face terminale du bout des fibres se trouvant en deçà d'une ligne (X) de points les plus chauds de l'arc électrique et à une distance d de cette ligne afin d'arrondir tous les bouts de fibres de manière homogène et obtenir simultanément toutes les micro-lentilles.

2. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles selon la revendication 1, caractérisé en ce que la distance (d) entre la face avant des bouts de fibres optiques et la ligne (X) de points les plus chauds de l'arc électrique est comprise entre 850 micromètres et 950 micromètres.

3. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'ensemble de fibres optiques est constitué par un ruban (10).

4. Procédé de réalisation collective de micro-lentilles selon la revendication 3, caractérisé en ce que le ruban comprend des fibres monomodes (MO) dont les terminaisons comprennent un tronçon de silice (SI) soudé à un tronçon de fibre à gradient d'indice (GRAD), les micro-lentilles (L1, Ln) étant réalisées en bout des tronçons de fibres à gradient d'indice (GRAD).



Translation  
10/009/99

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

RECEIVED

77 8.5.2  
JUL 30 2002  
TECHNOLOGY CENTER 2800

|   |   |   |
|---|---|---|
| Applicant's or agent's file reference<br>015161PC   | <b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416) |   |
| International application No.<br>PCT/FR00/01593   | International filing date (day/month/year)<br>08 June 2000 (08.06.00)   | Priority date (day/month/year)<br>09 June 1999 (09.06.99) |
| International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC<br>G02B 6/26 |   | <b>RECEIVED</b><br>JUL 30 2002<br>Technology Center 2600  |
| Applicant<br>FRANCE TELECOM   |   |   |

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 7 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 1 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

|   |   |
|---|---|
| Date of submission of the demand<br>27 December 2000 (27.12.00) | Date of completion of this report<br>20 September 2001 (20.09.2001) |
| Name and mailing address of the IPEA/EP                         | Authorized officer  |
| Facsimile No.   | Telephone No.   |



**I. Basis of the report****1. With regard to the elements of the international application:\***

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 1-11 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1-4 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 09 July 2001 (09.07.2001)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/2,2/2 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

**2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.**

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

**3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:**

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

**4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:**

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

**5. ☒ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\***

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



**I. Basis of the report**

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

Box I, point 5

1. The deletion, in the present independent claim 1, of the original detail according to which the optical fibres of the fibre assembly are parallel causes the claim to be extended unacceptably beyond the content of the application as filed (PCT Rule 70.2(c)), since no other option is directly or indirectly mentioned in the original application [replacing said detail with the other specific detail according to which the fibres are "aligned" is also unacceptable because it is perfectly clear that the fibres to be shaped do not extend along the same line (only the end surfaces of the fibres are aligned, as reiterated below)]. Therefore, the present report has been established as if said deletion had not been made in claim 1.

2. The question of whether or not the deletion, in the present independent claim 1, of the original specific detail according to which "the plane or planes in which the fibres lie is (are) thus parallel to the line (X) of hottest points of the electric arc and the edge or edges of said plane(s) on which the fibre ends are located is (are) spaced apart therefrom" complies with PCT Rule 70.2(c) cannot be answered directly, because of the completely obscure and/or contradictory nature of this other original specific detail (cf. the objections already raised in the written opinion of 9 April 2001), without a more thorough analysis of





**I. Basis of the report**

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

the original disclosure.

It follows that the original overall content of the application discloses, in particular, the following essential features:

(a) the fact that the fibre ends (or rather the end surfaces of the fibres) are located in a plane that is spaced apart from the line of hottest points of the electric arc (cf. page 4, lines 26-29),

(b) the fact that "the ends (or rather the end surfaces) of the fibres of the tape are aligned at a distance d of around one millimetre from said hot point (or rather from said line of hottest points)" (cf. page 6, lines 2-5), and

(c) the fact that the end surfaces of the fibres are all located at the same distance from said line of hottest points (cf. figure 3), meaning that the line [cf. point (b) above] along which said end surfaces are coplanarly arranged [cf. point (a) above] must be parallel to said line of hottest points (and below said line).

In order to comply with PCT Rule 70.2(c), the original obscure detail discussed at the start of the present point 2, rather than being purely and simply deleted, should have been amended so as to specify at least that "the end surfaces of the fibres are coplanarly arranged along a line parallel to and spaced apart (on the near side) from the line of hottest points of the electric arc" [the phrase "the end surface of the fibre end



**I. Basis of the report**

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

is located ... at a distance d from said line", as currently added to the end of the claim, does not necessarily mean, in particular, that the end surfaces of the fibres are all located at a constant distance from said line; instead, it merely means that each of the end surfaces is spaced apart from said line by a distance that can vary from one end surface to the next; and moreover, the present wording gives absolutely no indication of any need for the end surfaces to be located in a single plane along a predetermined line of said plane (said line furthermore being parallel to said line of hottest points), whereas the original wording, however obscure and/or contradictory, at least had the merit of suggesting said alignment of said end surfaces since it mentioned that said surfaces were located on the edge of a plane].



## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

|                               |        |     |     |
|-------------------------------|--------|-----|-----|
| Novelty (N)                   | Claims | 1-4 | YES |
|                               | Claims |     | NO  |
| Inventive step (IS)           | Claims | 1-4 | YES |
|                               | Claims |     | NO  |
| Industrial applicability (IA) | Claims | 1-4 | YES |
|                               | Claims |     | NO  |

## 2. Citations and explanations

A new claim 1 amended in accordance with Box I, point 5 and Box VIII would probably have been considered to comply with the requirements of novelty and inventive step of PCT Article 33(2) and (3), since none of the cited documents discloses or suggests the idea of arranging all of the end surfaces of the fibres in a spaced apart position and at a constant distance from the line of hottest points of the electric arc, along a line parallel to said line of hottest points, so as to achieve *simultaneous uniform* rounding of all of the fibre ends.

Therefore, of the cited documents, only US 5 595 669 A (D1) discloses (cf., in particular, figure 3 and the related description) a method for collectively producing microlenses at the end of a bundle of parallel optical fibres by carrying out a step of heating the ends of all of the fibres by means of an electric arc, with the end fibre surfaces arranged along a predetermined line. However, in the method according to D1, said line along which said end fibre surfaces are arranged is *not parallel* but *perpendicular* to said line of hottest points such that the fibres have to be *moved through* the electric arc *rather than held stationary* in order to produce the microlenses, as a result of which the microlenses are



produced *one after the other* rather than *simultaneously* as in the present application [each of the end surfaces of the fibres according to D1 must also presumably cross the line of hottest points rather than remaining on the near side or the far side of said line, since no specific indication to this effect is given in D1].

Figure 3 of D3 (US 4 804 395 A) as well as figure 6 of D4 (Journal of Lightwave Technology, vol. 13, no. 8, 1995, pages 1736-1744) also each disclose a method for making a microlens wherein the end surface of the fibre to be heated is positioned not on the near side but on the far side of the line of hottest points (meaning that the end portion of the fibre crosses said line of hottest points in D3 and D4, whereas no longitudinal portion of the fibre crosses said line in the present application). Moreover, the methods according to D3 and D4 are useful for shaping only one fibre instead of a plurality of fibres.





**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. The present independent claim 1 has not been properly delimited with respect to the closest prior art (PCT Rule 6.3(b)) represented by D1, which already discloses a method for collectively producing microlenses at the end of a bundle of parallel optical fibres by carrying out a step of heating the ends of all of the fibres by means of an electric arc, with the end fibre surfaces arranged along a predetermined line (see Box V above).
2. Furthermore, the introductory part of the description has not been made consistent (PCT Rule 5.1(a)(ii) and (iii)) with the wording of the present independent claim, and omits to cite document D1, with a brief discussion of the relevant content thereof (see the discussion of this question in Box V above).
3. There is no antecedent for reference number [3] used on page 4, line 2. Meanwhile, the document cited on page 3, lines 20-24 has no reference number.



## VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

In the present claim 1, the subexpression "of the end surface" used in the expression "step of heating the end surface of the end of all of the fibres" should have been deleted because it is clear that the electric arc affects the entire end portion or end of the fibres, and not just the end surface thereof (PCT Article 6).

